

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-053002

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G02B 1/02  
G02B 13/14  
G02B 17/08  
G03F 7/20

(21)Application number : 2000-206350

(71)Applicant : CARL ZEISS:FA

(22)Date of filing : 07.07.2000

(72)Inventor : SCHUSTER KARL HEINZ

(30)Priority

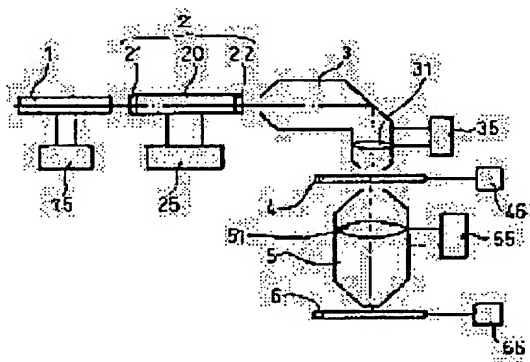
Priority number : 99 19931947    Priority date : 09.07.1999    Priority country : DE

## (54) OPTICAL SYSTEM FOR VACUUM ULTRAVIOLET RAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To use a birefringence crystal for a lens material by composing at least one lens that an objective lens has of a birefringence dispersion crystal where a dispersion curve for ordinary rays crosses that for extraordinary rays at isotropic wavelength.

SOLUTION: At least one lens 51 being provided in a projection objective lens 5 is composed of a birefringence dispersion crystal where a dispersion curve for ordinary rays crosses that for extraordinary rays at isotropic wavelength. The projection objective lens 5 may have any known refraction configuration or catadioptric one, and may contain a diffraction element, thus utilizing an isotropic point and wavelength for canceling the birefringence of the crystal by an optical system, and hence, mainly, using a known superior optical material being restricted merely by the point of birefringence, namely, MgF<sub>2</sub>, for a vacuum ultraviolet-ray optical system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-53002  
(P2001-53002A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
G 0 2 B 1/02		G 0 2 B 1/02	
13/14		13/14	
17/08		17/08	Z
G 0 3 F 7/20	5 0 2	G 0 3 F 7/20	5 0 2

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-206350 (P2000-206350)

(22) 出願日 平成12年7月7日 (2000.7.7)

(31) 優先権主張番号 1 9 9 3 1 9 4 7 . 2

(32) 優先日 平成11年7月9日 (1999.7.9)

(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 391035991

カール・ツァイス・ステイフツング

C A R L Z E I S S

ドイツ連邦共和国 89518・ハイデンハイム アンデア プレンツ (番地なし)

(72) 発明者 カール・ハインツ・シュスター

ドイツ連邦共和国・89551・ケーニヒスブロン・レヒベルクシュトラッセ・24

(74) 代理人 100064621

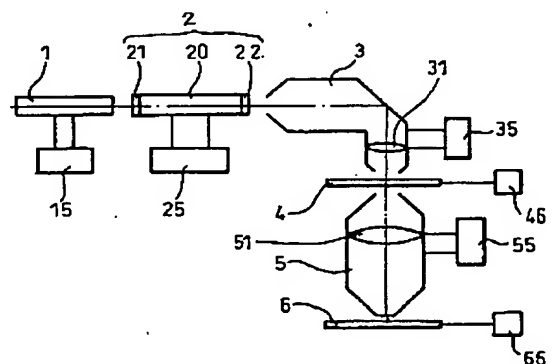
弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 真空紫外線用光学システム

(57) 【要約】

【課題】 リソグラフィ用の光学系としてフッ化マグネシウムの結晶からなるレンズを使用できるようにする。

【解決手段】 本発明によれば、光学システムは、等方点と、結晶（有利には $MgF_2$ ）の複屈折が解消されるような波長を利用する。したがって、主に、複屈折の点だけで制約を受けているような公知の優れた光学材料、すなわち $MgF_2$ が真空紫外線光学系に対して利用可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、結晶からなるレンズを備えた対物レンズとを有する光学システムにおいて、少なくとも1つのレンズが、常光線に対する分散曲線と異常光線に対する分散曲線とが等方性波長において交わる複屈折分散型の結晶からなり、対物レンズが等方性波長を持った光源の光で照射されるようになっていてることを特徴とする光学システム。

【請求項2】 マイクロリソグラフィの投影露光装置において、 $MgF_2$ からなる光学要素が伝送系内に配置され、真空紫外線光源が、常光線に対する分散曲線と異常光線に対する分散曲線とが交差するような波長、すなわち結晶が複屈折性を示さない波長で放射することを特徴とするマイクロリソグラフィの投影露光装置。

【請求項3】 請求項1に記載の光学システムを含むマイクロリソグラフィの投影露光装置。

【請求項4】 光源が真空紫外線で放射を行なうことを特徴とする請求項1に記載の光学システム。

【請求項5】 結晶がフッ化マグネシウムまたはサファイアであることを特徴とする請求項1から4までの少なくとも一つに記載の光学システム。

【請求項6】 対物レンズがカタディオプトリック構成であることを特徴とする請求項1から5までの少なくとも一つに記載の光学システム。

【請求項7】 光路内の光源と対物レンズの間にリオフィルタが配置されていることを特徴とする請求項1から6までの少なくとも一つに記載の光学システム。

【請求項8】 リオフィルタがレンズと同じ結晶からなっていることを特徴とする請求項7に記載の光学システム。

【請求項9】 フッ化マグネシウムからなるレンズを備えた対物レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光源と、結晶からなるレンズを備えた対物レンズとを有する光学システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種のシステムは、フッ化カルシウムレンズを備えた紫外線光学システムとして長い間知られており、フッ化バリウムレンズを備えたものも知られている。このシステムは、高解像度のマイクロリソグラフィ投影露光装置に実装されている。特に重要な波長は200nm以下100nmまでの領域、すなわち真空紫外線領域の波長で、種々のフッ化物により実現されている。本発明者および本出願人のまだ公開されていない特許出願DE19929701.0（これをもって本願の開示事項に加えることにする）にはそのいくつかの例が記載されている。

【0003】フッ化マグネシウムは大量に生産され、光

学的品質に優れるように加工することができ、上記波長領域の下限まで高い伝送率を持っているので放射抵抗に優れているが、複屈折するために従来は他のすべての複屈折性結晶と同様レンズ素材としては考慮されていなかった。

【0004】真空紫外線光学系、特にマイクロリソグラフィ投影対物レンズは、カトプトリック系として実施されてきた（欧州特許公開第0779528A号、US Ser. No. 571081, 1995年12月12日出願を参照）。しかし同文献には、193nmのケースに対して適当なレンズ素材を使用する場合には、カタディオプトリック系の必要性も示している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明の課題は、真空紫外線光学システムの構成の代替的な可能性を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、光源と、結晶からなるレンズを備えた対物レンズとを有する光学システムであって、少なくとも1つのレンズが、常光線に対する分散曲線と異常光線に対する分散曲線とが等方性波長において交わる複屈折分散型の結晶からなり、対物レンズが等方性波長を持った光源の光で照射されるようになってることを特徴とする。

【0007】又、本発明はマイクロリソグラフィの投影露光装置であって、 $MgF_2$ からなる光学要素が伝送系内に配置され、真空紫外線光源が、常光線に対する分散曲線と異常光線に対する分散曲線とが交差するような波長、すなわち結晶が複屈折性を示さない波長で放射することを特徴とする。

【0008】「真空紫外線におけるサファイアとフッ化マグネシウムの複屈折の異常分散」はV.ChandrasekharanとH.Damanyの応用光学第8号（1969年）第671頁～第675頁から知られており、 $MgF_2$ に対しては119.4nmで、サファイアに対して142.6nmで屈折率の差がなくなることが示されている。

【0009】本発明はこの古い情報を利用し、光波長の選定によりレンズ素材の複屈折を阻止する結像光学システムをはじめて提示するものである。これにより、マイクロリソグラフィの要求に応じて真空紫外線波長を持った光学システムが考慮される。

【0010】この場合、実用的な実施態様に対しては、光路内の光源と対物レンズの間にリオフィルタを配置すること、ならびに、そのリオフィルタはレンズと同じ結晶からなることを特徴とするものが提供される。リオフィルタ（レンズと同じ材料が適している）は光の適宜なフィルタリングのために用いられる。

【0011】リソグラフィに関与する多くの当業者にとっては、157nmと100nmの間の光リソグラフィは非常に経済的な進歩である。157nm以下の問

題は第1に材料の問題である。全短波長に対する主な候補を以下の表1に示す。

表1

	放射抵抗	伝送率	サイズ	加工性
LiF	どちらかとい えば 悪	良	どちらかとい えば 小	良
CaF	良	不十分	大	良
BeF <sub>2</sub>	中程度	十分	中程度	不良
MgF <sub>2</sub>	良	良	大	良

【0013】ところで、MgF<sub>2</sub>は強い複屈折性を示す。指向性と偏光状態に応じては、すでに1ミリメートルの数分の一の伝送で像面において波頭の分裂が生じ不具合である。

【0014】材料を非常に精密に観察すると、特に波長に対する複屈折の変化を観察すると、MgF<sub>2</sub>にあっては極めて独自の挙動が生じる。放射周波数が増大するにつれて複屈折が増大し、ほぼ153nmで最大になる。次に複屈折は急激に降下し、最終的には負の値に達する（応用光学の前記論文を参照）。本発明によれば、周波数に関し、材料が等方性の挙動を示すような点が利用される。これは119.49nmの場合である。

【0015】157nmから120nmへの跳躍はマイクロリソグラフィ投影露光装置の他の型式にとってはまさに重要である。複屈折は、波長と材料温度の関数であるので、等方点に対しては作業領域を維持する必要がある。MgF<sub>2</sub>は熱伝導性に優れ、最近のマイクロリソグラフィ投影対物レンズは温度調整に卓越しているので、温度によって経過をどちらかといえば容易に調整することができる。難しくなるのは、MgF<sub>2</sub>からなる対物レンズの色帯域幅である。MgF<sub>2</sub>は複屈折に関し、もちろん色消しにすることはできない。119.49nmにおける複屈折の分散値は $0.256 \cdot 10^{-6} / \text{pm} = \Delta n$ である。NA=0.80の開口数に対しては、 $\Delta n$ がほぼ $\pm 1.5 \cdot 10^{-7} = \Delta n$ であれば許容される。なぜならこれは非合焦エラーだからである。NA=0.80で応力複屈折により生じるシステムの帯域幅はほぼ0.5pmである。したがって、複屈折により誘導される帯域幅は純粋な等方分散帯域幅よりも大きい。純粋な等方分散帯域幅は、NA=0.80でMgF<sub>2</sub>からなっている全域対物レンズに対しては119nmでほぼ0.1nmに設定しなければならない。したがって、本発明によれば次のような可能性が提供されている。

【0016】1. 119.49nmで純粋に屈折性のMgF<sub>2</sub>を含む対物レンズおよびクロマートとしての0.1pmのレーザー帯域幅。

2. たとえば1998年7月29日出願のUS Ser. No. 60/094579等に記載されている、シェヴァルツシルト、h型デザインのような、ほぼ0.5pmの帯域幅を持ったMgF<sub>2</sub>を含むカタディオプトリック対物レンズ。

【0012】

3. ほぼ0.5pmの帯域幅を持った部分色消し屈折性対物レンズ、たとえばBeF<sub>2</sub>+MgF<sub>2</sub>またはLiF+MgF<sub>2</sub>。

4. MgF<sub>2</sub>を、119.49nmで目的に応じて結晶方向に指向させ、特殊な偏光を作用させる。たとえば対物レンズのひとみに関する接線方向の偏光、光軸に平行なMgF<sub>2</sub>のEベクトル。これにより、特定の、ひとみに近いレンズ、および（テレセントリック系においては）像に近いレンズ、および対象物に近いレンズに対し、複屈折の影響が少なくなる。これにより、たとえば1-2pm帯域幅の、より帯域幅の広いシステムが可能である。

【0017】119.49nmに対してレーザーを構成するにあたっては、レーザーの帯域幅を狭くさせる付加的な効果を参照することができる。帯域幅を狭くさせるため、今日ではプリズム、格子、エタロンが用いられる。希ガスとそのエキシマー化合物のスペクトルから、リオフィルタを用いて周期的な抽出を行なうことができる。

【0018】交差型の偏光体とMgF<sub>2</sub>バー（その結晶軸はバーの長さ伸張方向に対し垂直で、偏光軸線と45°の角度を成している）はリオフィルタを形成する。周波数に関する変調は公知の経過をたどるが、バーの長さを適当に選定すれば、119.49nmで特異性を示す。119.49nmでは、周波数に関し広範囲の透過性を示す。

【0019】全体が最適に機能するには、対物レンズの温度と参照バーの温度が一致しているか、或いは正確に測定して、利用する帯域通過範囲を求めねばならない。したがって、対物レンズに対し位相遅れのない理想的な作動モードを設定するために、格子、プリズムおよびエタロンを理想的に調整することができる。このようにリオフィルタは光源の能動部分にあってもよいし、或いは波長参照要素として用いてもよい。

【0020】

【発明の実施の形態】次に、本発明を図面を用いて詳細に説明する。

【0021】図1の光学システムはマイクロリソグラフィの投影露光装置として形成され、光源1と、リオフィルタ2と、照明光学系3と、マスク4と、投影対物レンズ5と、ウェーハー6とを備えている。

【0022】中心波長が119.49nmの光源1に対しては「通常の」エキシマーレーザーは使用しないが、その多量の二次線と、電子レーザーと、応用光学の前記論文に記載されている連続体放射とを使用する。温度調整・制御装置15は作動の整合と安定の用を成す。

【0023】リオフィルタ2は、 $MgF_2$ パー20と、交差している2つの偏光フィルタ21,22から構成されている。リオフィルタ2は温度調整装置25により整合せしめられる。

【0024】図2は、伝送率の変化Tと波長 $\lambda$ の関係を定性的に示したもので、波長 $\lambda$ は119.49nmの波長で0.5pm幅の平坦部を含んでいる。

【0025】照明システム3は、本出願人のまだ公開されていない特許出願DE19903807号（本出願の一部として引用する）の認識に従って構成するのが有利である。この場合カタディオプトリックな実施形態が有利であり、特に $MgF_2$ からなる少なくとも1つのレンズ31を備えているのが有利である。ここでも温度調整システム35はレンズの等方点を照明光に精密に整合させるために用いる。

【0026】マスク4は公知の操作・位置調整・走査システム46を用いて動作させる。同様のことを被露光対象物、すなわちシステム6を備えたウェーハ6に対しても適用する。

【0027】投影対物レンズ5は、等方点を備えた複屈折性結晶、特に $MgF_2$ からなる少なくとも1つのレンズ51を含んでいる。投影対物レンズは公知のいかなる屈折性構成またはカタディオプトリックな構成を持っていてよく、回折要素を含んでいてもよい（ゾーンプレート）。有利なのは、少数のレンズと高アパーチャーを備えたカタディオプトリックな構成である。ここでも温度調整システム55は等方点の精密な整合に用いる。

【0028】図3には、投影対物レンズ5の実施形態が

記載されている。この投影対物レンズ5は、EP0779528号の図3に記載されているカタディオプトリックなリングフィールド型対物レンズの変形例である。すなわち本発明による対物レンズは比屈折率に対する整合により公知のものから直接導出できる。対物レンズ面300、レンズ301、302、ミラー303、第2のレンズ304、305、第2のミラー306、もう一度第2のレンズ304、305、第3のミラー307、第4のミラー308、開口絞りAS、第5のミラー309、第6のミラー310、そして第3のレンズ311、312が像面313まで設けられる。

【0029】 $MgF_2$ レンズの結晶軸の適宜な方向調整と偏光効果の最適な適用に関しては前述したとおりである。

【0030】このように本発明によれば、光学系は等方点と、結晶（有利には $MgF_2$ ）の複屈折が解消されるような波長とを利用する。

【0031】したがって、主に、複屈折の点だけで制約を受けているような公知の優れた光学材料、すなわち $MgF_2$ が真空紫外線光学系に対して利用可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光学システムの概略図である。

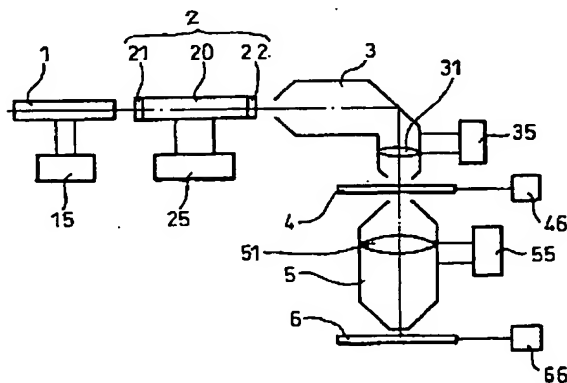
【図2】 $MgF_2$ リオフィルタのフィルタ特性曲線を定性的に示す図である。

【図3】本発明によるカタディオプトリック投影対物レンズのレンズ断面図である。

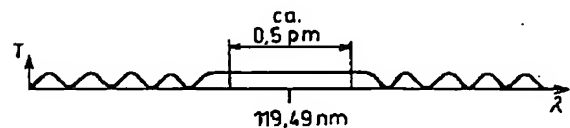
#### 【符号の説明】

- 1 光源
- 2 リオフィルタ
- 3 照明システム
- 4 マスク
- 5 投影対物レンズ
- 6 ウェーハ

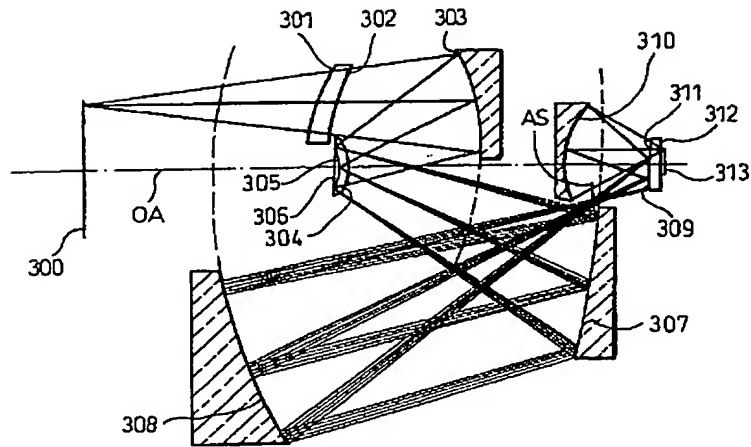
【図1】



【図2】



【図3】



(11)Publication number : 2001-053002

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

-----

(51)Int.Cl. H01L 21/027

G02B 1/02

G02B 13/14

G02B 17/08

G03F 7/20

-----

(21)Application number : 2000-206350 (71)Applicant : CARL ZEISS:FA

(22)Date of filing : 07.07.2000 (72)Inventor : SCHUSTER KARL HEINZ

-----

(30)Priority

Priority number : 99 19931947

Priority date : 09.07.1999

Priority country : DE

-----

(54) OPTICAL SYSTEM FOR VACUUM ULTRAVIOLET RAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To use a birefringence crystal for a lens material by composing at least one lens that an objective lens has of a birefringence dispersion crystal where a dispersion curve for ordinary rays crosses that for extraordinary rays at isotropic wavelength.

SOLUTION: At least one lens 51 being provided in a projection objective lens 5 is composed of a birefringence dispersion crystal where a dispersion curve for ordinary rays crosses that for extraordinary rays at isotropic wavelength. The projection objective lens 5 may have any known refraction configuration or catadioptric one, and may contain a diffraction element, thus utilizing an isotropic point and wavelength for canceling the birefringence of the crystal by an optical system, and hence, mainly, using a known superior optical material being restricted merely by the point of birefringence, namely, MgF<sub>2</sub>, for a vacuum ultraviolet-ray optical system.

-----

DETAILED DESCRIPTION

-----



[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical system which has the light source and the objective lens equipped with the lens which consists of a crystal.

[0002]

[Description of the Prior Art] This kind of system is known as an ultraviolet optics system equipped with the calcium-fluoride lens for a long time, and the thing equipped with the barium fluoride lens is also known. This system is mounted in the micro lithography projection aligner of high resolution. Especially important wavelength is the wavelength of the field to 200nm or less 100nm, i.e., a vacuum-ultraviolet-radiation field, and is realized by various fluorides. Some of the examples are indicated by the patent application DE 19929701.0 (it will add to the indication matter of this application with this) to which this invention person and these people are not opened yet.

[0003] Since magnesium fluoride was produced in large quantities, it could be processed so that it might excel in optical quality, and it had a high baud transmission rate to the minimum of the above-mentioned wavelength field, it excelled in radiation resistance, but in order to carry out a birefringence, as a lens material, it was conventionally taken into consideration like [ no ] other form birefringence crystals.

[0004] Vacuum-ultraviolet-radiation optical system, especially a micro lithography projection objective lens have been carried out as a catoptric system (the Europe patent public presentation 0779528th No. A and USSer.No. December 12, 1995 [ 571081 or ] application reference). However, in using a suitable lens material to a 193nm case, it also shows the need for catadioptric \*\* in this reference.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Then, the technical problem of this invention is offering the alternative-possibility of the vacuum-ultraviolet-radiation optical structure of a system.

[0006]

[Means for Solving the Problem] This invention is an optical system which has the light source and the objective lens equipped with the lens which consists of a crystal, and at least one lens consists of crystals of birefringence distributed process input output equipment which the dispersion curve to an ordinary ray and the dispersion curve to an extraordinary ray cross in isotropic wavelength, and it is characterized by being irradiating with the light of the light source in which the objective lens had isotropic wavelength as like.

[0007] Moreover, this invention is the projection aligner of micro lithography, the optical element which consists of MgF<sub>2</sub> is arranged in a transmission system, and it is characterized by emanating on wavelength which a dispersion curve [ as opposed to an ordinary ray in the vacuum-ultraviolet-radiation light source ] and the dispersion curve to an extraordinary ray intersect, i.e., the wavelength a crystal does not indicate form birefringence to be.

[0008] "Anomalous scattering of the birefringence of the sapphire in vacuum ultraviolet radiation and magnesium fluoride" is known from 671st applied optics [ of V.Chandrasekharan and H.Damany / No. (1969) 8 ] page - the 675th page, to MgF<sub>2</sub>, it is 119.4nm and it is shown that the difference of a refractive index is lost by 142.6nm to sapphire.

[0009] This invention uses this old information and presents for the first time the image formation optical system which prevents the birefringence of a lens material by selection of light wave length. Thereby, the optical system which had vacuum-ultraviolet-radiation wavelength according to the demand of micro lithography is taken into consideration.

[0010] In this case, to a practical embodiment, what is characterized by to arrange a Lyot filter between the light source within an optical path and an objective lens and that Lyot filter consisting of the same crystal as a lens is offered. A Lyot filter (the same ingredient as a lens is suitable) is used for proper filtering of light.

[0011] For many of these contractors that participate in lithography, the optical lithography between 157nm and 100nm is a very economical advance. A problem 157nm or less is a problem of the 1st ingredient. The main candidates to total short wavelength are shown in the following table 1.

[0012]

table 1 Radiation resistance A baud transmission rate Size Workability LiF It is with either. Good It is with either. Good \*\*\*\* Wrong \*\*\*\* Smallness CaF Good Inadequate Size Good BeF<sub>2</sub> Whenever [ middle ] Enough Whenever [ middle ] Defect MgF<sub>2</sub> Good Good Size Good [0013] By the way, MgF<sub>2</sub> shows strong form birefringence. If directivity and a polarization condition are embraced, in the image surface, fission of the wave front already arises in 1/several 1-millimeter transmissions, and it is fault.

[0014] If an ingredient is observed very much to a precision and change of the birefringence especially to wavelength will be observed, and it is in MgF<sub>2</sub>, very original behavior will arise. A birefringence increases as a radiation frequency increases, and it becomes max by about 153nm. Next, a birefringence descends rapidly and, finally reaches a negative value (see said paper of applied optics). According to this invention,

the point that an ingredient shows isotropic behavior is used about a frequency. This is the case of 119.49nm.

[0015] 120nm [ 157nm to ] saltation is just important for other form of a micro lithography projection aligner. since a birefringence is the function of wavelength and material temperature -- etc. -- it is necessary to maintain a working area to \*\*\*\* Since MgF2 is excellent in thermal conductivity and the latest micro lithography projection objective lens excels in the temperature control, temperature can rather adjust progress easily. The color bandwidth of the objective lens which consists of MgF2 becomes difficult. Of course, MgF2 cannot be made into achromatism about a birefringence. The variance of the birefringence in 119.49nm is 0.256 and  $10^{-6}/\text{pm} = \Delta n$ . To the numerical aperture of  $\text{NA}=0.80$ , if  $\Delta n$  is  $\approx 1.5$  and  $10^{-7} = \Delta n$  mostly, it approves. It is because this is a non-focusing error. The bandwidth of the system produced by stress double refraction in  $\text{NA}=0.80$  is about 0.5 pm(s). therefore, the bandwidth guided by the birefringence is pure -- etc. -- it is larger than direction distribution bandwidth. pure -- etc. -- direction distribution bandwidth must be set as about 0.1nm by 119nm to the objective lens all over the districts which consists of MgF2 by  $\text{NA}=0.80$ . Therefore, according to this invention, the following possibility is offered.

[0016] 1. Objective lens which contains MgF2 of refractivity purely by 119.49 nm, and laser bandwidth of 0.1pm(s) as chromate.

2. For example, US of July 29, 1998 application Catadioptric objective lens containing MgF2 with bandwidth of about 0.5 pm(s) like Schwarzschild and h mold design indicated by ser.No.60 / 094579 grades.

3. a part with the bandwidth of about 0.5 pm(s) -- achromatism -- the refractivity objective lens 2, for example, BeF2+MgF, or LiF+MgF2.

4. Make crystal orientation point to MgF2 according to the purpose by 119.49nm, and make special polarization act. For example, polarization of the tangential direction about the pupil of an objective lens, the E vector of MgF2 parallel to an optical axis. Thereby, the effect of a birefringence decreases to the lens near the lens near a pupil, the specific lens near an image, and a specific object. Thereby, the system with more wide bandwidth of for example, 1-2pm bandwidth is possible.

[0017] In constituting laser to 119.49nm, the additional effectiveness of narrowing bandwidth of laser can be referred to. In order to narrow bandwidth, prism, a grid, and an etalon are used by the end of today. From the spectrum of rare gas and its excimer compound, a periodic extract can be performed using a Lyot filter.

[0018] The polarization object of a crossover mold and MgF2 bar (to the die-length elongation direction of a bar, the crystallographic axis is perpendicular and has

accomplished the polarization axis and the include angle of 45 degrees) form a Lyot filter. Although the modulation about a frequency follows well-known progress, if the die length of a bar is selected suitably, 119.49nm shows singularity. 119.49nm shows wide range permeability about a frequency.

[0019] In order for the whole to function the optimal, it must ask for the band pass range which the temperature of an objective lens and the temperature of a reference bar are in agreement, or measures correctly and is used. Therefore, in order to set up the ideal operating mode which does not have phase lag to an objective lens, a grid, prism, and an etalon can be adjusted ideally. Thus, a Lyot filter may be in the active part of the light source, or may be used as a wavelength reference element.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Next, this invention is explained to a detail using a drawing.

[0021] The optical system of drawing 1 was formed as a projection aligner of micro lithography, and is equipped with the light source 1, Lyot filter 2, the illumination-light study system 3, the mask 4, the projection objective lens 5, and the wafer 6.

[0022] the continuum indicated by a lot of the secondary rays, electronic laser, and said paper of applied optics although the "usual" excimer laser is not used to the light source 1 whose main wavelength is 119.49nm -- radiation is used. A temperature control and a control unit 15 accomplish adjustment of actuation, and the business of stability.

[0023] Lyot filter 2 consists of two polarizing filters 21 and 22 which intersect MgF<sub>2</sub> bar 20. It is made to adjust Lyot filter 2 with a temperature regulator 25.

[0024] Drawing 2 is what showed qualitatively the change T of a baud transmission rate, and the relation of wavelength  $\lambda$ , and wavelength  $\lambda$  contains the flat part of 0.5pm width of face on the wavelength of 119.49nm.

[0025] As for a lighting system 3, it is advantageous to constitute according to recognition of the patent application DE No. (it quotes as a part of this application) 19903807 to which these people are not opened yet. In this case, a KATADIOPUTORIKKU operation gestalt is advantageous and it is advantageous to have at least one lens 31 which especially consists of MgF(s)<sub>2</sub>. The temperature regulating system 35 is used also here in order to make the illumination light adjust \*\*\*\*, such as a lens, in a precision.

[0026] A mask 4 is operated using well-known actuation and justification / scan system 46. The same thing is applied also to the wafer 6 equipped with the exposed object 66, i.e., a system.

[0027] The projection objective lens 5 contains the form birefringence crystal equipped

with \*\*\*\*\*, especially at least one lens 51 which consists of  $\text{MgF(s)2}$ . The projection objective lens may have what kind of well-known refractivity configuration or a KATADIOPUTORIKKU configuration, and may contain the diffraction element (zone plate). The KATADIOPUTORIKKU configuration equipped with a small number of lens and high aperture is advantageous. The temperature regulating system 55 is used for precise adjustment of \*\*\*\*\* also here.

[0028] The operation gestalt of the projection objective lens 5 is indicated by drawing 3. This projection objective lens 5 is the modification of the KATADIOPUTORIKKU ring field mold objective lens indicated by drawing 3 of EP No. 0779528. That is, the objective lens by this invention can carry out direct derivation from a well-known thing by adjustment over the rate of specific refraction. the objective lens side 300, lenses 301 and 302, a mirror 303, the 2nd lens 304,305, and the 2nd mirror 306 -- the 2nd lens 304 and 305, the 3rd mirror 307, the 4th mirror 308, aperture-diaphragm AS, the 5th mirror 309, the 6th mirror 310, and the 3rd lens 311,312 are formed to the image surface 313 once again.

[0029] It is as having mentioned above about the optimal application of proper direction adjustment of the crystallographic axis of  $\text{MgF2}$  lens, and the polarization effectiveness.

[0030] Thus, according to this invention, optical system uses \*\*\*\*\* and wavelength by which the birefringence of a crystal (advantageously  $\text{MgF2}$ ) is canceled.

[0031] Therefore, the well-known outstanding optical material 2 which has received constraint only in respect of the birefringence, i.e.,  $\text{MgF}$ , mainly becomes available to vacuum-ultraviolet-radiation optical system.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram of the optical system by this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the filter shape curve of  $\text{MgF2}$  Lyot filter qualitatively.

[Drawing 3] It is the lens sectional view of the catadioptric projection objective lens by this invention.

[Description of Notations]

1 Light Source

2 Lyot Filter

3 Lighting System

4 Mask

5 Projection Objective Lens

6 Wafer

---

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.